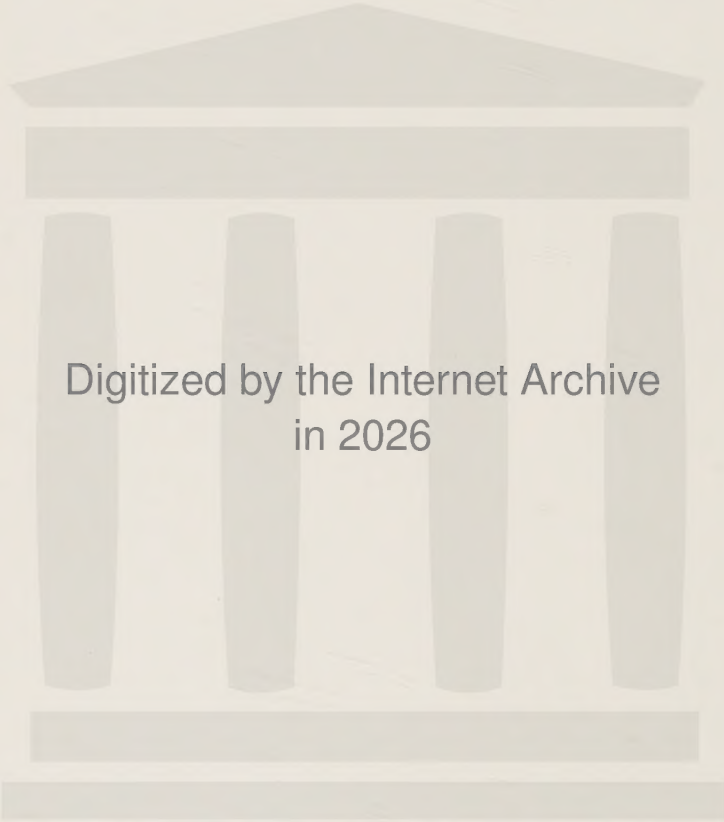


Die Definition des stabkernigen
neutrophilen Granulozyten
bei der Katze

Hildegard Hausmann



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Medizinischen Tierklinik
Lehrstuhl für Innere Krankheiten des Pferdes
und der kleinen Haustiere sowie für
Gerichtliche Tiermedizin

Vorstand: Prof. Dr. Wilfried Kraft

Die Definition des stabkernigen
neutrophilen Granulozyten
bei der Katze

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Uni-
versität München

von
Hildegard Hausmann
aus
Trier

München 1986

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan:	Prof. Dr. H. Zucker
Referent:	Prof. Dr. W. Kraft
Korreferent:	Prof. Dr. H.-G. Liebich

Tag der Promotion: 25. Juli 1986

Meinen Eltern

INHALTSVERZEICHNIS

SEITE

1.	EINLEITUNG	1
2.	LITERATUR	2
3.	MATERIAL UND METHODIK	30
3.1.	MATERIAL	30
3.2.	METHODIK	31
3.2.1.	Probeentnahme	31
3.2.2.	Bestimmung der Gesamtleukozytenzahl	31
3.2.3.	Anfertigung der Blutausstriche	31
3.2.4.	Färbung der Blutausstriche	31
3.2.5.	Mikroskopische Untersuchung	32
3.2.6.	Zytomorphologie der Leukozyten der Katze und Differenzierungsschema der neutrophilen Granulozyten	32
3.2.7.	Doppelbestimmungen	35
4.	ERGEBNISSE	38
4.1.	Gesamtergebnis von 102 Katzen	38
4.2.	Altersbedingte Unterschiede	47
4.3.	Narkosebedingte Unterschiede	55
5.	DISKUSSION	60
6.	ZUSAMMENFASSUNG	66
7.	LITERATURVERZEICHNIS	70

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Bas.	= Basophiler Granulozyt
Eos.	= Eosinophiler Granulozyt
GlkSt.	= Stabkerniger mit glattem Kern
gr.	= groß
kl.	= klein
Ktz.	= Katze
KVI	= Kernverschiebungsindex
Leuko.	= Leukozyt
Lympho.	= Lymphozyt
Metam.	= Metamyelozyt
Mon.	= Monat
Mono.	= Monozyt
My.	= Myelozyt
Neutro.	= Neutrophiler Granulozyt
s	= Standardabweichung
SchwGSt.	= Schwach gekerbter Stabkerniger
Segm.	= Segmentkerniger neutrophiler Granulozyt
Stabk.	= Stabkerniger neutrophiler Granulozyt
St.gl.	= Stabkerniger glatter
St.k.	= Stabkerniger gekerbter
StgSt.	= Stark gekerbter Stabkerniger
Wo.	= Woche
$\bar{x}$	= Arithmetisches Mittel
Z.	= Zelle
I - VII	= Klassen der neutrophilen Granulozyten

TABELLENVERZEICHNIS

	<u>SEITE</u>
TABELLE I: Zusammenfassung der in der Literatur gefundenen Werte für gesunde Katzen	22
TABELLE II: relative Werte (% der Leukozyten)	38
TABELLE III: Kernverschiebungsindex	41
TABELLE IV: absolute Werte (Zellen/ μ l)	42
TABELLE V: Gesamtleukozytenzahl (Leuko./ μ l)	45
TABELLE VI: Korrelationskoeffizienten (ermittelt aus Doppelbestimmungen bei 10 Tieren)	46
TABELLE VII: Altersbedingte Veränderungen: Übersicht	48
TABELLE VIII: relative Werte (% der Leukozyten) und KVI in Abhängigkeit vom Alter (Tiere < 1 Jahr/Tiere $\geq$ 1 Jahr)	50
TABELLE IX: absolute Werte (Zellen/ μ l) in Abhängigkeit vom Alter (Tiere < 1 Jahr/Tiere $\geq$ 1 Jahr)	52
TABELLE X: Gesamtleukozytenzahl (Leuko./ μ l) in Abhängigkeit vom Alter (Tiere < 1 Jahr/Tiere $\geq$ 1 Jahr)	54
TABELLE XI: Gesamtleukozytenzahl (Leuko./ μ l) in Abhängigkeit von Narkose und Alter (Tiere in Narkose/Tiere nicht in Narkose)	55
TABELLE XII: relative Werte (% der Leukozyten) und KVI in Abhängigkeit von der Narkose (Tiere in Narkose/Tiere nicht in Narkose)	56
TABELLE XIII: absolute Werte (Zellen/ μ l) in Abhängigkeit von der Narkose (Tiere in Narkose/Tiere nicht in Narkose)	58
TABELLE XIV: Neutrophiles Kernbild der Katze anhand der vorliegenden Definition ermittelt	67

1. EINLEITUNG

Die Erstellung eines Differentialblutbildes mit Differenzierung der neutrophilen Granulozyten in "Stab-" und "Segmentkernige" gehört in der tiermedizinischen Labor-diagnostik seit langem zur Routine. Die Verjüngung des Blutbildes ("Linksverschiebung"), gekennzeichnet durch Zunahme der Stabkernigen, ist ein wichtiges diagnostisches und prognostisches Kriterium.

Bis heute besteht jedoch keine Einigkeit darüber, welche Zelle als "stabkernig" zu bezeichnen ist. Eine verwirrende Vielzahl meist unklarer Definitionen führt zu völlig unterschiedlichen Normalwerten. Wird die in der Humanmedizin vielfach praktizierte SCHILLINGsche Differenzierungsmethode beim Tier angewandt, werden bei gesunden Tieren fälschlicherweise beträchtliche "Linksverschiebungen" festgestellt, da die Neutrophilen bei Mensch und Tier ein unterschiedliches Segmentierungsverhalten zeigen.

Aus diesem Grunde erarbeitete KÖHLER eine neue Differenzierungsmethode beim Hund, die sich inzwischen auch beim Pferd als brauchbar erwiesen hat. Meine Aufgabe war es, sie bei der Katze zu erproben.

2. LITERATUR

Bereits im Jahre 1846 sprach VIRCHOW den weißen Blutkörperchen eine Bedeutung für die Pathologie zu.

EHRlich gelang es Ende des 19. Jahrhunderts, die weißen Blutkörperchen auf Grund der unterschiedlichen Färbbarkeit ihrer Granula in Gruppen einzuteilen. Die Neutrophilen, deren Granulation der als "ε-Körnung" bezeichnete, unterteilte er weiter nach ihrer Kernform in "mononucleäre" und "polynucleäre". Er erkannte, daß letztere durch Reifung aus den "mononucleären" hervorgehen und beschreibt die dabei auftretende zunehmende Einschnürung des Kernstabes, die schließlich zu seinem "Zerfall" in "Einzelkerne" führt.

ARNETH (1904) maß diesem Reifungsprozeß größere Bedeutung bei und teilte die neutrophilen Granulozyten nach ihrer Kernform in 5 "Hauptabteilungen" ein. In der ersten finden sich neben Myelozyten Zellen mit wenig (bis auf die Hälfte des Kernleibes) und tief eingeschnürten Kernen ("M", "W" und "T"). Der zweiten Hauptabteilung werden "zweikernige Zellen" zugeordnet, der dritten "dreikernige" und so fort. Stellt man nun die einzelnen Hauptabteilungen in einer Tabelle nebeneinander, erhält man eine "ARNETHsche Reihe". Kommt es bei pathologischen Prozessen zu einer Zunahme der Zellen in der ersten Hauptabteilung, spricht ARNETH von einer "Verschiebung nach links", bei Zunahme in der vierten und fünften Abteilung von einer "Verschiebung nach rechts".

SCHILLING (1911) vereinfachte und verbesserte die ARNETHsche Methode. Er stellte fest, daß es bei Linksverschiebungen nicht zu einer Zunahme aller "Jugendlichen" der Klasse 1 kam, sondern daß nur ein bestimmter Teil der ARNETHschen "T-Zellen" vermehrt war:

"Pathologisch oder degenerativ ein-kernig sind die Neutrophilen der T-Klasse mit pyknotischem, oft bizarrem Kernstabe, wie sie sich z. B. bei Typhus, bei schwerster Verschiebung, fast ausschließlich vorfinden. Diese Zellen habe ich als Stabkernige den Jugendlichen gegenübergestellt, um dadurch eine histologisch begründete Trennung der Blutbilder in jugendlich- und pathologisch-degenerativ verschobene zu ermöglichen."

Die ARNETHschen Klassen 2 bis 5 faßte er als "Segmentkernige" zusammen:

"Die Klassen der Neutrophilen lauten demnach: a) Myelozyten b) Jugendliche c) Stabkernige d) Segmentkernige"

In seiner "Praktischen Blutlehre" (1959) gibt SCHILLING genaue Anweisungen zur Unterscheidung der Klassen:

"Suche in einem Randfeld eine Reihe von Neutrophilen auf und beobachte ganz genau ihre Kernform. Neben den im normalen Blut gefundenen zwei- bis fünfteiligen Kernformen werden ab und zu ganze Kerne im Neutrophilen aufzufinden sein, die dieselbe Färbung und innere Struktur, aber keine ameisenartige Einkerbung aufweisen. Unterscheide nun ganz genau zwi-

schen echten Fäden, die die Segmente wirklich scheiden, und etwas breiteren Brücken, die nur eine mehr zufällige Verschmälerung des Kernschlauches vorstellen.

Alle Kerne, die irgendwo einen Fadenabschnitt haben, rechne als Segmentkernige.

Die anderen, nichtsegmentierten, zerfallen in zwei weitere Gruppen: zunächst gibt es Unsegmentierte mit einem durchaus reifen, manchmal sogar auffallend dunklen, schlecht gezeichneten Kernstab, der in Hufeisen-, S- oder Knäuelform liegen mag: diese bezeichne als Stabkernige. Sie kommen (ohne die genannten Zeichen der Schädigung) auch etwa zu 4-5% im normalen Blut vor.

Weiter aber gibt es ähnliche Zellen mit schöngefelderten, viel lockereren und breitwurstförmigen Kernen: diese heißen Jugendliche. Sie sind für den Anfänger gelegentlich mit Monozyten zu verwechseln, die auch ab und zu derartige, jedoch innerlich feiner gezeichnete Wurstformen des Kernes haben. Entscheidend ist dann das helle, neutrophil gekörnte Protoplasma für Jugendliche. Wirklich Jugendliche finden sich übrigens nur bei Vorhandensein von zahlreichen Stabkernigen.

Noch jünger sind Neutrophile mit rundem, ovalem oder etwas eingebuchtetem Kern, die man als Myelozyten = Knochenmarkformen bezeichnet. Sie sind nur bei schweren Krankheitszuständen und in der Regel nur sehr spärlich zu finden."

Bei zweifelhaften Zellen verfährt SCHILLING folgendermaßen:

"Sehr wesentlich ist es, durch plastisches Sehen den Kern in seiner ganzen Figur aufzulösen, wenn er nicht übersichtlich ausgebreitet ist. Stelle den zweifelhaften Kern mit der Mikrometerschraube in den verschiedensten Höhenlagen ein und löse ihn dadurch auf. Vor allem werden durch Kernknäuel Myelozyten oder durch Zusammenschieben der Segmente einmal Stabkernige vorge-täuscht. Sobald man nur an einer Stelle einen Faden im Kernverlauf erkennen kann, ist die Einordnung als segmentiert gegeben. Zweifelhafte Kerne rechne man stets zu der reiferen Gruppe, in der Regel also zu den Segmentierten, da eine eventuelle falsche Einordnung hier am wenigsten ausmacht."

SCHILLING schlägt vor, bei Auftreten von vielen Stabkernigen und einigen Jugendlichen besser von "Kernverschiebung" als von Linksverschiebung zu sprechen. Die Höhe der Kernverschiebung wird durch den "Kernverschiebungs-Index" deutlich, der nach folgender Formel errechnet wird:

$$\text{KV.-Index} = \frac{\text{Myelozyten} + \text{Jugendliche} + \text{Stabkernige (in \%)}}{\text{Segmentkernige (in \%)}}$$

Durch wiederholte Blutuntersuchungen läßt sich nach SCHILLING während einer Infektionskrankheit ein gesetzmäßiger Ablauf in den Blutbildveränderungen feststellen, der in den drei Phasen der "Biologischen Leukozytenkurve" zum Ausdruck kommt:

1. Neutrophile Kampfphase
2. Monozytäre Abwehrphase
3. Lymphozytär-eosinophile Heilphase

Sie ist besonders für die Prognose von Bedeutung.

Die SCHILLINGsche Methode ist bis heute in der Humanmedizin allgemein anerkannt. Allerdings bestehen, wie KÖHLER (1982) zeigte, auch unter Humanhämatologen unterschiedliche Auffassungen über die Abgrenzung von stabkernigen zu segmentkernigen neutrophilen Granulozyten, was zu differierenden Normalwerten führt.

Die ersten Blutbilduntersuchungen bei Katzen stammen von BUSCH und v. BERGEN (1904). Sie führten jedoch wie HÜBNER (1929) keine Differenzierung des neutrophilen Kernbildes durch.

ARNDT (1925) erstellte von je zehn gesunden Hunden, Katzen, Pferden und Rindern "in enger Anlehnung an die in der Humanmedizin übliche Methodik" ein Differentialblutbild,

"...da bei den Haustieren über die normalen Befunde bisher doch nur wenige Mitteilungen vorliegen und zudem dabei die Sondereinteilung der Neutrophilen zur Deutlichmachung etwaiger Kernverschiebung im neutrophilen Blutbilde kaum jemals durchgeführt ist, die ja z. B. im SCHILLINGschen Hämogramm sehr vorteilhaft zum Ausdruck gebracht werden kann und die doch auch für die Tierheilkunde von nicht zu unterschätzender Bedeutung sein dürfte."

Die von ihm gefundenen niedrigen Werte von 0,4 % Jungdlichen und 3,8 % Stabkernigen bei der Katze lassen jedoch darauf schließen, daß er sich nicht streng an die SCHILLINGsche Methode gehalten haben kann.

KLIENEGER (1927) beschreibt die Kerne der Neutrophilen folgendermaßen:

"Die Kerne der ungranulierten Leukozyten... sind stark knäuelartig gewunden und stark pyknotisch. Der Kern dieser Zellen erscheint als gewundener Kernstab, oder es finden sich eine größere Anzahl von durch feine Brücken verbundenen Kernstücken."

LANDSBERG (1940) verzichtet auf Definitionen und gibt nach der Untersuchung von 52 gesunden Katzen Werte von durchschnittlich 0,9 % "myelocytes" und 5,3 % "metamyelocytes ('juvenile form')" an. Wahrscheinlich setzte er Metamyelozyten und Myelozyten bzw. Stabkernige und Metamyelozyten gleich, was zu den außerordentlich hohen Werten führte.

SAWITSKY und MEYER (1946) fanden dagegen bei 15 Katzen, ohne eine Definition zu geben, nur 1,7 % "bands".

WIRTH (1950) stellt fest, daß über den Begriff des Stabkernigen Unklarheiten bestehen:

"Man kann als St. entweder nur jene Zellen bezeichnen, deren Kern einen 'reinen' glatten Kernstab ohne jedwede Einschnürung besitzt, oder aber (im Sinne von SCHILLING) alle Zellen, deren Kern nicht durch einen g a n z d ü n n e n F a d e n in Segmenten geteilt ist, also auch jene Zellen, deren Kern bereits geringe, aber noch breite Einschnürungen erkennen läßt; man kann ihn als 'gekerbten' Kernstab bezeichnen. Es sind dies Übergänge zwischen dem reinen Kernstab und dem Kern mit ausgesprochenen Segmenten."

Grundsätzlich sind die Verhältnisse bezüglich der Kernsegmentierung bei den Haustieren ja die gleichen wie beim Menschen. Morphologisch bestehen jedoch Unterschiede zwischen Mensch und Tier und zwischen den einzelnen Tierarten, doch liegen hierüber noch keine eingehenden Untersuchungen vor."

In einer Veröffentlichung, die sich speziell mit dieser Thematik befaßt (1953), kommt er unter Hinweis auf MÄCKLEs und eigene Untersuchungen zu dem Schluß, "... daß bei den untersuchten Haustierarten der Anteil der Stabkernigen im strengen Sinne von SCHILLING ganz wesentlich höher ist, als aus den bisher veröffentlichten Zahlen tierärztlicher Autoren hervorgeht." Er folgert daraus, "... daß die Segmentierung der Neutrophilen bei unseren Haustieren viel später eintritt und viel weniger ausgeprägt ist als beim Menschen." WIRTH gibt allerdings nicht an, ob er es trotzdem für sinnvoll hält, die SCHILLINGsche Definition des Stabkernigen in der Tiermedizin anzuwenden.

Unter WIRTHs Anleitung untersuchte MÄCKLE (1953) das weiße Blutbild verschiedener Haustiere. Er gibt an, streng nach dem SCHILLINGschen Hämogramm zu differenzieren. Zu den unterschiedlichen Angaben bezüglich des Stabkernigen in der Literatur bemerkt er, daß manche Autoren zwar angäben, nach dem SCHILLINGschen System zu differenzieren, ihn aber "mehr oder weniger falsch" interpretierten.

Die Stabkernigen werden von MÄCKLE in "glatte" und "gekerbte" unterteilt, um eine mögliche Übereinstimmung der "glatten Stabkernigen" mit den Stabkernigen früherer Autoren erkennen zu können:

"Als Stabkernige glatte (St.gl) wurden jene Stabkernigen angesehen, deren Kern stabförmig ist, mitunter geschlängelt oder verknäuelte, und in seinem ganzen Verlauf keinerlei Einschnürungen aufwies. (...)

Die nun noch restlichen Stabkernigen wurden als Stabkernige gekerbte (St.k) bezeichnet, haben also einen mehr oder weniger eingebuchteten Kern, dessen Einschnürungen beträchtlich werden können. Der Zusammenhang bleibt aber immer noch durch eine mehr als rein fadenförmige Verbindung bestehen (Brücken)."

Bei 31 untersuchten Katzen findet MÄCKLE den außerordentlich hohen Wert von 37,88 % gekerbten und 1,27 % glatten Stabkernigen.

DRAWER (1953) findet im Gegensatz dazu, ohne eine Definition zu geben, nur 4 % Stabkernige.

MÄCKLEs Ergebnisse veranlaßten GÄRTNER und SWATON (1955) zu einem Vergleich ihrer eigenen Methode, "die sich in 1 1/2jähriger Tätigkeit im hämatologischen Labor von SCHILLING bewährt hatte", mit der MÄCKLE'schen. Sie geben folgende Kriterien an:

"Stabkernige:

1. haben sie S-, V-, U-, L-, O- oder spiralenförmige, stab- bzw. wurst-ähnliche Kerne;
2. muß ein zusammenhängender, bandartiger Kernverlauf zu erkennen sein;
3. sind Einschnürungen vorhanden, so müssen sie wie eine Brücke von zwei zu denkenden Seitenlinien oder Fäden begrenzt werden.

Segmentkernige:

1. haben sie gegliederte Kerne. Die Kernsegmente liegen wie Quadersteine mehr oder weniger dicht aneinander bzw. aufeinander;
2. ist ein zusammenhängender Verlauf des Kernes zu erkennen, so müssen die Verbindungen zwischen den Segmenten so dünn wie ein Faden sein;
3. zählen Neutrophile, die irgendwo einen Fadenabschnitt erkennen lassen, zu den Segmentkernigen.

Zellen, deren Kernteile auf- bzw. dicht nebeneinander liegen, so daß eine fadenförmige Verbindung nicht zu erkennen ist, bei denen aber ebenfalls ein zusammenhängender, bandartiger Kernverlauf nicht nachzuweisen ist, sind unklar in der Einordnung. Sie sind wie alle unklaren Zellen zu der älteren Gruppe, in diesem Falle zu den Segmentkernigen zu zählen."

Sie finden bei der Katze im Gegensatz zu MÄCKLE nur 10,9 % Stabkernige, was sie darauf zurückführen, daß er angeblich die "beim Tier besonders große Anzahl unklarer Neutrophiler" den Stabkernigen zuteilte. Dies steht jedoch im Widerspruch zu MÄCKLEs Angaben. Ihre eigene Methode halten GÄRTNER und SWATON abschließend für die sinnvollere, weil sie die Trennung zwischen Stab- und Segmentkernige nach links verlege, wo "für die Klinik fast immer das Augenmerk liege".

SCHERMER (1958) beschreibt die Neutrophilen der Katze wie folgt:

"Die Neutrophilen haben einen Durchmesser von 8 bis 12 μm . Der Kern ist pyknotisch, vielfach gewunden, ring- und hufeisenförmig mit vielfachen Einschnürungen.

Auch ein Zerfall in 3 bis 5 Einzel-segmente kommt vor, doch bleiben die Segmente dann meist durch dünne Fäden verbunden.

Ein Teil der Neutrophilen zeigt Stabkerne, also jugendliche Entwicklungsformen. Die Kerne sind dann weniger pyknotisch, breiter und haben weniger Einschnürungen."

Nach dieser recht unklaren Definition gibt er eine relativ niedrige Anzahl von Stabkernigen (1-8 %) an, woraus ersichtlich wird, daß er die Grenze zwischen Stab- und Segmentkernigen vergleichsweise weit links zieht.

NATSCHIEFF (1959) unterteilt die Stabkernigen ähnlich wie MÄCKLE:

- "1. Zellen mit einem Stabkern, der hufeisenförmig oder wie die Buchstaben U, V, S oder die Ziffern 8, 9 gebogen ist, aber glatte Ränder besitzt. Diese Leukozyten nenne ich Stabkernige mit glattem Kern (GlkSt.).
2. Zellen mit einem Stabkern, der ähnlich wie bei der vorigen Form gebogen ist, aber schwach gekerbte Ränder hat. Das sind die schwach gekerbten Stabkernigen (SchwgSt.).
3. Zellen mit stark gekerbtem Kern - die stark gekerbten Stabkernigen (StgSt.). Der Kern dieser Zellform ist bis zur Hälfte und etwas darüber seines Durchmessers eingeschnürt, wobei jedoch die einzelnen Kernteile durch Brücken (nicht durch Fäden) von Kernsubstanz verbunden sind. Vom Standpunkt der SCHILLINGschen Definition gehören nicht nur die ersten zwei, sondern auch die dritte Zellgruppe zu den Stabkernigen."

Nach künstlicher Reizung des leukopoetischen Systems verschiedener Haustiere stellt er fest, daß es bei den glattrandigen Stabkernigen zu einer besonders deutlichen Zunahme kommt. Bei der untersuchten Katze sind die Werte wie folgt:

Metamyelozyten: Anstieg von 0 auf 3 %

GlkSt.: " " 1 auf 12 %

SchwGSt.: " " 5,5 auf 16,5 %

StgSt.: " " 30,5 auf 32 %

Er folgert daraus, "... daß in diesen Fällen die Leukozyten mit glattrandigem Stabkern das wichtigste Kennzeichen der Linksverschiebung darstellen" und "... daß den Stabkernigen des Menschen, wie sie von SCHILLING definiert werden, bei den Haustieren am meisten die Neutrophilen mit glattem, saftreichem Kern entsprechen. Die Neutrophilen mit schwach und stark gekerbtem Kern müssen zur richtigen Verwertung der Hämogramm-Methode in der Praxis den segmentkernigen Leukozyten zugerechnet werden."

Folgende Definitionen geben MAREK und MOCSY (1960):

"Je nach der von ihrem Alter abhängigen Kernform unterscheidet man die jungen, stabkernigen Neutrophilen (St; Kern noch ohne Lappung, ziemlich schmal, leicht gekrümmt, stabförmig und verhältnismäßig hell gefärbt), ferner die schon mehr gealterten segmentierten kernigen Neutrophilen (Kern durch Einschnürungen deutlich gelappt und dunkler gefärbt)."

Nach den Abbildungen zu schließen werden auch Zellen mit relativ stark eingeschnürten Kernen zu den Stabkernigen gerechnet. Dies widerspricht aber der angegebenen Definition und der geringen Anzahl gefundener Stabkerniger von 3,5 % bei der Katze.

SCHRYVERS (1963) Definition lautet:

"The band or stab form is a nearly mature cell. The nucleus is sausage shaped and twisted into a "U" or "S" shape preparatory to segmentation. Segmentation of the nucleus characterizes the mature form. The nucleus is multilobed, and threadlike constrictions often connect the lobes. The chromatin in both band and segmented cell is heavily clumped. The cytoplasm contains the specific granulation."

Die niedrige Anzahl von nur 1,03 % "bands" lassen auf eine weit links gezogene Grenze schließen, obwohl aus der gegebenen Definition nicht klar wird, was SCHRYVER unter "segmentation" versteht.

GILMORE et al. (1964) geben an, nach der vom "Committee for Clarification of the Nomenclature of Cells and Diseases of the Blood and Blood-forming Organs" (ALT et al. (1948)) empfohlenen Terminologie differenziert zu haben. Diese von Humanmedizineren angegebenen Definitionen entsprechen den SCHILLINGschen:

"Band cell: any cell of the granulocytic series which has a nucleus that could be described as a curved or coiled band, no matter how marked the indentation, if it does not completely segment the nucleus into lobes connected by a filament. It is differentiated from the metamyelocyte by an appreciable length of the nucleus having parallel sides, and from the segmented neutrophil by having no indentation which could be described as a filament."

Segmented cell: Any cell containing specific granules in which the lobes of the nucleus are connected by a filament. A filament is defined as a threadlike structure. Since at times, in viewing a three-dimensional object from one direction, it is impossible to be certain whether two parts of the nucleus are connected by a filament or band, it is suggested that such cells always be placed in the segmented category, since this is the more differentiated and more common cell."

GILMOREs eigene Definitionen unterscheiden sich jedoch davon wesentlich:

"Band cells: (...) The nucleus is smaller than in metamyelocytes and occupies less of the cell. It is elongated and horseshoe shaped or coiled. The edges of the nucleus are smooth and the sides are parallel through most of its length. (...)

Segmenters: (...) The nucleus is irregularly constricted into lobes, but rarely to the degree that there are interconnecting filaments. The sides of the nucleus are knobby and not parallel. (...)"

Dementsprechend findet er auch nur 4 % Stabkernige, was nach der SCHILLINGschen Definition nicht zu erwarten gewesen wäre.

Auch ROHOVSKY und GRIESEMER (1969) beziehen sich auf das "Committee for Clarification of the Nomenclature of Cells and Diseases of the Blood and Blood-forming Organs". Daß sie sich aber nicht an die dort gegebenen Definitionen gehalten haben können, zeigt der niedrige Wert von 0,15 % gefundenen "bands".

NIEPAGEs (1974) Definitionen entsprechen im wesentlichen den SCHILLINGschen:

"Neutrophiler Stabkerniger:

kleiner als Metamyelozyt. Kern schlank, gekrümmt, Kontur "kantig"; rot bis dunkelrot; Chromatinstruktur dichter, kontrastreicher als beim Jugendlichen. (...)

Neutrophiler Segmentkerniger:

Größe wie Stabkerniger. Kern wie Stabkerniger, jedoch in Segmente gegliedert, die durch einen Chromatinfaden verbunden sind. (...)"

Er begründet, warum er eine Beibehaltung der SCHILLINGschen Methode für sinnvoll hält:

"Für die Bestimmung des Kernverschiebungsindex ist die Definition des Segmentkernigen entscheidend. Aus Untersuchungen an überlebenden Zellen geht hervor, daß im Gegensatz zu variablen ('peristaltischen') Einschnürungen die Ausbildung des Chromatinfadens irreversibel ist. Hält man daran fest, den Chromatinfaden als Kriterium gelten zu lassen, so sind die Ergebnisse reproduzierbar. Zwar kann es vorkommen, daß überlagernde Kernteile den Faden verdecken, eine Zelle also irrtümlich als stabkernig angesehen wird; jedoch ist das zufallsbedingt und damit bei allen Untersuchern im Durchschnitt gleich häufig. Zellen mit isolierten Kernteilen (Zerreißen des Fadens) sind als Segmentkernige zu zählen.

Unscharfe Definitionen (z. B. 'Einschnürungen des Kernes auf mehr als ein Drittel der durchschnittlichen Breite') verringern die Reproduzierbarkeit."

Leider gibt NIEPAGE keine mit dieser Methode gefundenen Normalwerte an.

Im Gegensatz zu NIEPAGE, der den Chromatinfaden als einzig objektives Kriterium ansieht, bezeichnet SCHALM (1975) einen Neutrophilen als "segmentkernig", sobald am Kern irgendwelche Einschnürungen auftreten:

"The Neutrophil:

The nucleus well fills the cell and characteristically is a twisted coil with an irregular nuclear membrane that suggests smooth knobs. Some cells show a pinching-in of the nuclear membrane to form lobes, while others have true filaments. (...)

The band neutrophil is seen only in small numbers in health. The cell is similar to the mature neutrophil, except the nucleus is U-shaped and the nuclear outline is smooth."

MACKEY (1977) beschreibt die Neutrophilen der Katze folgendermaßen:

"In the metamyelocyte, the nucleus is indented or kidney-shaped and cytoplasmic granulation is more conspicuous.
The band cell is the same size as the mature polymorph. The nucleus is much reduced in size and assumes an elongated, U shape or twisted

shape; it stains much more densely than nuclei of earlier cells. (...) The mature polymorph is 6-9 μ in diameter and contains a fully lobulated nucleus."

OSBALDISTON (1978) gibt ausdrücklich an, sich bei seinen Untersuchungen nicht an in der Veterinärmedizin übliche Definitionen (wie SCHALM) gehalten zu haben, sondern verweist auf die für die Humanhämatologie aufgestellten Kriterien des "Committee for Clarification of the Nomenclature of Cells and Diseases of the Blood and Blood-forming Organs":

"Particular attention was given to differentiating segmented and band forms of neutrophils. (...) A band cell was defined as any cell of the granulocytic series which had a nucleus that could be described as a curved or coiled band, no matter how marked the indentation, if it did not completely segment the nucleus into lobes connected by a filament. A segmented cell was defined as any polymorphonuclear cell in which the lobes of the nucleus were connected by a filament."

Bei zwei Gruppen von jeweils 141 bzw. 191 gesunden Katzen findet er Werte von 8,3 bzw. 11 % "bands" und stellt abschließend fest:

"Using these criteria established for human neutrophil classification (...) normal cat peripheral blood contains a much greater number of band neutrophils than is found in human blood."

Die noch relativ niedrigen Werte lassen allerdings Zweifel aufkommen, daß er sich wirklich exakt an die angegebenen Definitionen gehalten hat.

PLONAIT (1980) beschreibt die neutrophilen Granulozyten der Haustiere folgendermaßen:

"Im Gegensatz zum Menschen, bei dem die Brücken zwischen den Segmenten fadenförmig sind, werden bei den Haustieren alle Zellen, deren Brücken schmaler als $1/3$ der durchschnittlichen Kernbreite sind, zu den segmentkernigen Formen gezählt.

Kern der jungen Zelle stab-bandförmig (= "stabkerniger").
Metamyelozyten mit nierenförmigem Kern, Einbuchtung des Kerns größer als $1/3$ des Durchmessers."

Er gibt keine eigenen Untersuchungsergebnisse an.

WILKES und Mitarbeiter (1980) beschreiben den Stabkernigen kurz: "Band leukocyte - a leukocyte with a nucleus that is unsegmented and ribbonlike (also called stab or nonfilamented)."

AUFDERHEIDE (1981) definiert folgendermaßen:

"Band Granulocyte

A narrow, band-shaped nucleus with parallel sides characterizes this stage. Occasionally knobs form at the end of the nucleus. The nucleus may arrange itself into any of several shapes, but it should not have significant constrictions.

Segmented Granulocyte

The segmental granulocyte has a heavily clumped nucleus with two or more distinct segments. Fine filamentous strands of chromatin may connect the segments."

KRAFT und DÜRR (1981) weisen auf die in der Veterinärmedizin umstrittene Definition des stabkernigen Neutrophilen hin und empfehlen, "aus praktischen Gründen die in der Humanmedizin weitgehend anerkannte Charakteristik" zu übernehmen:

"Stabkerniger Neutrophiler:

9 bis 14 μm , Zelle rund, Kern gebogen stabförmig, Kernmembranen parallel, Näherung bis auf 1/3 der benachbarten Kernteile möglich (Undulation), ebenso Einbuchtungen; Zytoplasma oxyphil.

Segmentkerniger Neutrophiler:

9 bis 13 μm , Zelle rund, Kern segmentiert mit fadenförmigen Verbindungen (bzw. näher als auf 1/3 angenähert); Zytoplasma oxyphil."

Auch TVEDTEN (1981) macht auf die bestehenden Unklarheiten aufmerksam, gibt aber keine Definitionen:

"The differentiation of leukocytes, especially segmented versus band neutrophils, is subjective and variable. Medical technologists trained with human blood may report a significant left shift... due to more rigid requirements for segmentation in some human classifications. Misidentification of less segmented neutrophils as band could produce results that indicate a left shift. Proper training and experience avoid this problem."

Die über den Begriff des Stabkernigen bestehenden unterschiedlichen Auffassungen veranlaßten KÖHLER (1982), für den Hund neue, sinnvolle Differenzierungskriterien zu erarbeiten. Er gibt an, daß sich folgende Definitionen bewährt haben, die auf dem Verhältnis von maximalem zu minimalem Querdurchmesser des Kernes beruhen:

"Stabkerniger:

kein Metamyelozyt mehr; Querdurchmesser (des Kernes) entweder gleichbleibend oder wechselnd, jedoch immer größer als $\frac{1}{3}$ des maximalen Querdurchmessers. Rand verläuft meist glatt.

Segmentkerniger:

engste Stelle (des Kernes) $\frac{1}{3}$ oder schmäler als der maximale Querdurchmesser."

GROULADE (1983) beschreibt die Neutrophilen der Katze wie folgt:

"Une forme intermédiaire entre le métamyélocyte et le polynucléaire est décrite: il s'agit d'un jeune polynucléaire dont le noyau a la forme d'un fer à cheval (band cell).

Granulocyte (polynucléaire) neutrophile: (...) Noyau plus ou moins lobé (lobes séparés par de fins filaments...)"

KELLER und FREUDIGER (1983) definieren:

"Stabkerniger Granulozyt:

Schmäler, länglicher Kern, meist U- oder S-förmig durchgebogen, aber ohne Einschnürungen. Zytoplasma mit spezifischer Granulation angefüllt.

Segmentkerniger Granulozyt:

Kern mit verklumptem Chromatin, segmentiert. Segmente durch fadenförmige Brücken verbunden. Zytoplasma farblos bis gräulich-rosa, granuliert (spezifische Granula)."

Aus den gegebenen Abbildungen wird deutlich, daß auch Zellen, deren Kerne weniger tief eingeschnürt sind, zu den Segmentkernigen gerechnet werden.

Dies stellt auch PRATT (1983) heraus:

"As the cell continues to mature, the nucleus is indented (the metamyelocyte) and then elongated with parallel sides (the band).

The nucleus of the mature feline neutrophil is not segmented into discrete lobes connected by filaments but is twisted and pinched at several places."

HUBER (1984) erprobte das KÖHLERSche Einteilungsprinzip beim Pferd und berichtet, daß es sich auch bei dieser Tierart bewährt.

TABELLE I:
Zusammenfassung der in der Literatur
gefundenen Werte für gesunde Katzen

AUTOR	Z.	KTZ.	LEUKO. 1000/ μ l	BAS. %	EOS. %	MY./METAM. %
BUSCH und v. BERGEN (1904)		20	13,3 (7,2-19,0)		6,5	
HÜBNER (1920)		27	8,6-11,4	0,1-0,4	1,7-4,2	
ARNDT (1925)		10			5,0	0/0,4
KLIENEGER (1927)		9	10,4-29,0		1/2- 9 3/4	0/0-2/5
SCARBOROUGH (1931)			13,0-14,0	"sehr spärlich"	5	
VAULONT (1935)	500	20 1-4 J.	11,9-18,5	1	6,8	
ACKAPT (1940)	100	100 3 Mon. u. älter	15,0 (3,4)	0,01 (0-0,4)	8 (2-31)	
LANDSBERG (1940)	200	52 adult	17,1 (0,918)		6,9 (0-17,5)	0,9/5,3 (0-6/0-16)
RISER (1946)		20 5 Mon.- 1 J.	15,9 (10,0-31,2)		5,4 (0-15)	
		5 8 Wo.	11,7 (8,0-17,5)		6,6 (0,15)	

Angegeben sind Mittelwerte oder/und Minimal- und Maximalwerte bzw. bei HAUSER, SCHALM, DVG, KRAFT und DÜRR, KELLER und FREUDIGER "Normalbereiche". Die unteren, in Klammern gesetzten Zahlen, geben Standardabweichungen bzw. Minimal- und Maximalwerte an.

KTZ. = Anzahl der untersuchten Katzen

Z. = Anzahl der differenzierten Leukozyten pro Tier

* = von mir aus den Angaben des Autors errechnete Prozentzahlen

1 = Ort der Blutentnahme, Hinweise auf Anästhesie, bes. Untersuchungen

STABK. %	SEGM. %	NEUTRO. %	LYMPHO. %	MONO. %	KVI	BEMERKUNGEN ¹
		54,1	39,4			
		55-62	29-38	2,5-3,5		
3,8	55,2	59,4	33,5	2,1		Zehenballen
3-9		45-87	11-50	0-1/6		Ohrrandvene
		57	32	6		
		67,2	24,0	2,0		Ohrrandvene
		59 (35-79)	32 (11-52)	0,7 (0-4,0)		Ohrrandvene
	53,1 (29-87,5)		33,0 (11-58)	0,8 (0-5)		Herzpunktion unter Anästhesie "wurmfrei"
		54,26 (26-87)	38,68 (13-70)	1,5 (0-4)		keine Kokzi- dien und Würmer
		52,4 (40-70)	34 (23-55)	1,9 (0-5)		"

TABELLE I : Fortsetzung
Zusammenfassung der in der Literatur
gefundenen Werte für gesunde Katzen

AUTOR	Z.	KTZ.	LEUKO. 1000/μl	BAS. %	EOS. %	MY./METAF %
SAWITSKY und MEYER (1946)		15	20,3 (10-40,5)	0,5 (0-1)	4,4 (1,5-9,5)	
JENNINGS (1947)	200	25 1-6 Mon.	13 (3,2)	0,68 (0,68)	5,2 (2,1)	
WIRTH (1950)	200		12,0 (10-15)	0,1 (0-0,5)	4 (2-10)	
DRAWER (1953)	200	61 5 Mon.- 6 J.	15,0 (6,9-24)	0	5,5 (0-12)	0/0,2 (0/0-2,5)
MÄCKLE (1953)	300	31 1-3 J.	9,5	0,1*	4,13*	0/0,17
GÄRTNER und SWATON (1955)	100	21			2,7	
STÖCKER (1956)	200	26 6 Mon.- 6 J.	12,2 (5,1)	1	0-10	0/0-4
SCHERMER (1958)			17,8 (8,6-27,4)	0,5 (0-2)	4,2 (1-10)	
NATSCHIEFF (1959)		10	13,9 (8,2-16,9)	0,45 (0-1)	5,8 (4-14,5)	0/0,6 (0/0-2)
VIERNEISEL (1959)		23 1/4- 3 J.	11,8 (5,4-29,0)		2,6	

STABK. %	SEGM. %	NEUTRO. %	LYMPHO. %	MONO. %	KVI	BEMERKUNGEN
1,7 (0,5-3,0)	66,7 (40-81,5)		24,9 (13,5-44)	2,3 (0,0-1,0)		
		56,7 (6,7)	32,9 (7,3)	4,5 (1,7)		V. cephalica antebrachii
		60 (50-80)	kl.: 28,4 (15-30) gr.: 5 (2-10)	2,5 (2-4)		
4 (0-9)	55,6 (36-38)	60,0	33,1 (18,5-59)	1,4 (0-4,0)		V. cephalica antebrachii
St.k.: 37,88 St.gl.: 1,27	10,96	50,28	44,18	1,20*	4,05 (1,66-6,56)	
10,9 (5-15)	48 (39-65)		33,7	4,0	0,23 (0,13-0,34)	
1-16	11-71		16-87	0		V. cephalica antebrachii
1-8		61 (31-85)	31,6 (10-64)	1,8 (1-3)		
Glkst.: 2,1 (0-7) SchwgSt.: 12,3 (4,5-22) StgSt.: 28,1 (22,5-52)	17,87*		29,4 (15-60)	2,3 (0-4,5)	0,07 (0,04-0,13)	
7,3	51,73		37,78		0,14	

TABELLE I: Fortsetzung
Zusammenfassung der in der Literatur
gefundenen Werte für gesunde Katzen

AUTOR	Z.	KTZ.	LEUKO. 1000/ μ l	BAS. %	EOS. %	MY./METAF. %
MAREK und MOCSY (1960)			10,0-15,0	0 (0-0,5)	4 (2-8)	
MIELKE (1960)	200	20	9,0 (5,8-14)		4,2 (0-12)	
		18 trächtig; alle 1 J.	14,6 (6,2-22)		4,7 (0-14,5)	
HAUSER (1963)	400- 500	149	10,9 (6,5-15,3)	0,02 (0-1,0)	7,6 (0,74-14,46)	
SCHRYVER (1963)		10 adult	18,71 (1,22)		5,72 (0,72)	
GILMORE et al. (1964)	100	15	15,25 (4,8-29)	"rare" (0-1)	6,0 (1-19)	
ROHOVSKY und GRIESEMER (1969)		28 18-26 Wo. "germfree"	12,54 (3,10)	"rare"	6,5*	
PENNY (1970)		6 Mon.	13,86 (5,18)	0,03 (0,11)	8,92 (2,41)	
HAGIWARA, LARSSON et al. (1975)	100	20	10,8 (3,0)		4,7 (3,4)	
		10 3-6 Mon.	11,0 (3,3)		4,7 (3,1)	
		10 adult	10,5 (2,9)		4,6 (3,9)	

STABK. %	SEGM. %	NEUTRO. %	LYMPHO. %	MONO. %	KVI	BEMERKUNGEN
3,5 (2-6)	60 (50-70)		30 (25-40)	2,5 (2-3)		
1,7 (0,5-5)	58,6 (27-84)		35,2 (10-71)	0,1 (0-1)		V. saphena magna
2 (0-4,5)	62,3 (31-87)		30,7 (7-62,5)	0,2 (0-1,5)		"
6,1 (0-13,15)	41,4 (15,6-67,2)		42,3 (17,88 -66,72)	2,0 (0-6,0)	1/7,2 adult 1/,61 6-12 Mon.	V. cephalica antebrachii; Kot und Harn untersucht;
1,03 (0,21)	54,45 (2,24)		35,10 (2,18)	3,5 (0,32)		leichte An- ästhesie mit Thiopental
4 (0-10)	59 (27-90)		27 (1-61)	3 (0-10)		Ohrtrandvene
0,15*	25*		67,7*	0,16*		
0,88 (0,84)	60,6 (14,75)	61,14 (15,38)	28,40 (12,24)	1,87 (1,78)		
2,4 (2,2)	53,3 (11,4)	55,7 (11,6)	38,3 (12,9)	1,8 (1,6)		V. saphena lat./med. u.
2,5 (2,6)	50,2 (8,2)	52,7 (8,5)	41,8 (9,8)	1,6 (1,1)		V. cephalica antebrachii
2,3 (1,9)	56,4 (13,6)	58,7 (13,9)	34,7 (15,1)	2,0 (2,0)		

TABELLE I: Fortsetzung
Zusammenfassung der in der Literatur
gefundenen Werte für normale Katzen

AUTOR	Z.	KTZ.	LEUKO. 1000/ μ l	BAS. %	EOS. %	MY./METAM. %
SCHALM (1975)		24	12,5 (5,5-19,5)	"rare"	5,5 (2-12)	
OSBALDISTON (1978)		141 "SPF- raised" 191 alle adult	18,0 (8,0-28,0) 15,4 (4,0-28,0)		6,1* 6,2*	
DVG (nach PLONAIT) (1980)			5,0-15	0-1	0-6	
KRAFT und DÜRR (1981)			6,0-11,0	0-1	0-4	
GROULADE (1983)	100- 200	Geburt 15 Tage- 1 Mon. 1-4 Mon. 4-12 Mon. 1-9 J. 9 J.	5-9 4,7-6,2 4,8-8 6-15 6-14,3 7-14		3 11-12 4-14 1-7 3-8 2-6	
KELLER und FREUDIGER (1983)			5,5-15,4	0-0,7	2-6	

STABK. %	SEGM. %	NEUTRO. %	LYMPHO. %	MONO. %	KVI	BEMERKUNGEN
0,5 (0-3)	59,0 (35-75)		32 (20-55)	3,0 (1-4)		
8,3*	58,3*		24,4*	2,1*	1/6 (1/8-1/1,1	Jugularvene FeLV-negativ
11,0*	54,5*		26,6*	2,9*		
1-9	50-77		17-41	0-4		
0-4	60-75		15-30	0-5		
		55-65	30-38	0-1,8		
		37-55	31-50	0,2-4		
		32-63	25-59	1		
		44-64	29-49	0,2-4		
		56-74	20-34	0-4,5		
		66-76	18-28	0-1,9		
0-7	42-73		14-52	0-4		

3. MATERIAL UND METHODIK

3. 1. Material

Die Untersuchung wurde an 102 gesunden Katzen durchgeführt. 43 Tiere stammten aus einem Münchener Pharmaunternehmen, waren aber noch keinem Versuch unterzogen worden. Sie wurden in Gruppen gehalten. Zur Blutentnahme wurden die Tiere von erfahrenen Pflegern gefangen und fixiert; eine gewisse Aufregung und Muskelaktivität war dabei unvermeidlich, da die Tiere den Umgang mit Menschen nicht so gewohnt waren wie in der Wohnung gehaltene Katzen.

44 Tiere stammten aus der Gynäkologischen Tierklinik der Universität München, wo sie zur Kastration vorgestellt worden waren. Die Tiere befanden sich bei der Blutentnahme bereits in Narkose (Ketamin 50-70 mg/Katze + Rompun^R 0,2 ml/Katze).

Die übrigen 15 Katzen wurden in der Poliklinik der I. Medizinischen Tierklinik der Universität München zur Impfung vorgestellt oder gehörten mir bekannten Katzenbesitzern.

89 der untersuchten Tiere waren weiblich, 3 weiblich kastriert, 7 männlich und 3 männlich kastriert.

Zur Feststellung altersabhängiger Veränderungen wurden die Tiere in 3 Altersgruppen eingeteilt:

Altersgruppe 1:	<1 Jahr	28 Tiere
"	2: =1 Jahr bis <3 Jahre	48 Tiere
"	3: =3 Jahre bis =8 Jahre	26 Tiere

Die Feststellung der "Gesundheit" erfolgte durch den Vorbericht und eine kurze klinische Untersuchung. Außerdem wurden nur solche Katzen einbezogen, deren Erythrozytenzahl, Hämoglobin, Hämatokrit, Blutglukose und Harnstoff im Normbereich lagen.

3. 2. Methodik

3. 2. 1. Probeentnahme

Etwa 2 ml Blut wurden nach Punktion der Vena cephalica antebrachii in einem EDTA-beschichteten Röhrchen auffangen und möglichst bald, spätestens jedoch innerhalb einer Stunde verarbeitet.

3. 2. 2. Bestimmung der Gesamtleukozytenzahl

Die Leukozytenzählung erfolgte automatisch mit einem Coulter Counter.

3. 2. 3. Anfertigung der Blutausstriche

Da nur an guten Ausstrichen eine exakte Auswertung möglich ist, wird die Ausstrichtechnik hier noch einmal kurz beschrieben.

Ein fettfreier Objektträger wird mit einem trockenen Papierstreifen kräftig abgerieben; dadurch wird die Bildung von "Löchern" im Blutfilm vermieden. Das Ausstreichen erfolgt mit einem geschliffenen Zählkammerdeckglas, da sich damit besonders dünne, randfreie Ausstriche herstellen lassen. Das Zählkammerdeckglas wird auf den Objektträger aufgesetzt und im Winkel von etwa 40° zurückgezogen, bis die Kante mit Blut benetzt ist. Nun wird das Blut durch zügiges, gleichmäßiges Vorwärtsschieben des Deckglases auf dem Objektträger verteilt. Von jedem Tier wurden auf diese Weise 5 Ausstriche angefertigt.

3. 2. 4. Färbung der Blutausstriche

Nach 24-stündigem Trocknen wurden die Ausstriche mit einem AMES "HEMATEK" Slide Stainer gefärbt.

3. 2. 5. Mikroskopische Untersuchung

Die mikroskopische Untersuchung der Blutausstriche erfolgte bei 1250-facher Vergrößerung. Um eine Verfälschung der Ergebnisse durch Zählfehler möglichst gering zu halten, wurden pro Tier 500 Zellen differenziert. Hierzu waren 2 bis 5 Ausstriche nötig, die in ihrem dünnen Endteil mäanderförmig durchgemustert wurden. In diesem Bereich liegen die Erythrozyten nebeneinander, und die Kerne der Leukozyten sind ausgebreitet. Im dicken Anfangsteil des Ausstriches erscheinen die Zellen dagegen wesentlich kleiner, und die Kernteile überlappen sich oft völlig, wodurch eine exakte Auswertung unmöglich wird.

Da randnahe Zellen oft gequetscht und in ihrer Färbung verändert sind, wurde zum Rand ein Abstand von 3 Gesichtsfeldern eingehalten.

3. 2. 6. Zytomorphologie der Leukozyten der Katze und Differenzierungsschema der neutrophilen Granulozyten

Bei der Differenzierung der Leukozyten wurden folgende allgemeine Regeln befolgt:

1. Zerquetschte, zerkratzte oder anderweitig beschädigte Zellen werden nicht mitgezählt.
2. Nicht eindeutig klassifizierbare Zellen werden der häufigsten Zellart, der sie ähnlich sehen, zugerechnet.
3. Zur Beurteilung der Größe von Kern und Zelle sowie der Farbtintensität und Chromatinstruktur ist ein Vergleich mit den anderen Zellen des Ausstriches erforderlich, da diese Merkmale mit der Dicke der Ausstriche variieren.

Basophile Granulozyten

Sie sind bei der Katze äußerst selten. Das Zytoplasma ist hell-graublau und enthält neben kleinen runden, rosa-violetten auch einige größere, violette Granula.

Eosinophile Granulozyten

Das Zytoplasma ist mit orangeroten, runden bis stäbchenförmigen Granula angefüllt, die diese Zellart unverwechselbar machen.

Lymphozyten

Sie werden in der Mehrzahl durch kleine Lymphozyten repräsentiert. Ihr exzentrisch gelegener Kern ist tief dunkelblau und meist rund, kann aber auch bohnenförmig eingedellt sein. Der hellblaue Zytoplasmasaum ist äußerst schmal, kann auch fehlen und enthält manchmal kleine, intensiv rote Granula. Die großen Lymphozyten haben einen breiteren Zytoplasmasaum und einen runden bis ovalen, weniger intensiv blau gefärbten Kern.

Zu den Monozyten bestehen fließende Übergänge.

Monozyten

Sie sind größer als die anderen Leukozyten und äußerst vielgestaltig. Die Zelle kann rund oder unregelmäßig geformt sein. Das Zytoplasma ist graublau, feingranuliert und enthält oft zahlreiche große und kleine Vakuolen, die zu einem schaumartigen Aussehen führen können.

Der Kern kann praktisch jede Form annehmen: rund, unregelmäßig gelappt, hufeisenförmig oder segmentiert.

Das Chromatin ist von lockerer Struktur.

Auf Grund dieser Vielgestaltigkeit bestehen Verwechslungsmöglichkeiten mit den neutrophilen Granulozyten und den großen Lymphozyten. Hier ist nach den allgemeinen Regeln zu verfahren, d. h. Zellen, die nach Beurteilung von Zellgröße, Zytoplasma und Kern sowie dem Vergleich mit anderen Zellen des Ausstriches noch zweifelhaft sind, werden zu der häufigeren Zellgruppe gerechnet.

Neutrophile Granulozyten

Der Kern des neutrophilen Myelozyten ist groß, rund bis oval und bisweilen leicht eingebuchtet. Das Zytoplasma ist blaßbläulich beim unreifen bis blaßrosa beim reifen Myelozyten und enthält einige rötliche Granula. Mit zunehmender Reifung der Zelle verschwinden die Granula, das Chromatin wird gröber, und der Kern buchtet sich mehr und mehr ein.

Dem KÖHLERSchen Einteilungsprinzip folgend, welches auf dem Verhältnis von minimalem zu maximalem Kernquerdurchmesser beruht, teilte ich die Neutrophilen in 7 Klassen ein:

Klasse	Kernform
I (Myelozyt)	rund, oval oder leicht eingebuchtet
II (Metamyelozyt)	bohnen- oder nierenförmig, Kerneinbuchtung breiter als $\frac{1}{3}$ des Durchmessers
III	S-, U- oder I-förmig, Querdurchmesser überall gleich

- | | |
|-----|--|
| IV | Querdurchmesser nicht überall gleich,
engste Stelle breiter als $\frac{1}{3}$ des
maximalen Querdurchmessers,
Randverlauf glatt |
| V | engste Stelle $\frac{1}{3}$ oder schmaler als
der maximale Querdurchmesser, aber
breiter als fadenförmig |
| VI | Fragliche, die nicht eindeutig V
oder VII zuzuordnen sind |
| VII | faden- oder punktförmige Kernein-
schnürungen, oder Kernteile schein-
bar völlig getrennt |

Man kann nun die Grenze zwischen stab- und segmentker-
nigen neutrophilen Granulozyten zwischen den Klassen
VII und VI, VI und V, V und IV sowie IV und III ziehen.

3. 2. 7. Doppelbestimmungen

Um die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu prüfen, wur-
den in den Ausstrichen von 10 Katzen im Abstand von eini-
gen Tagen Doppelbestimmungen durchgeführt und der Korre-
lationskoeffizient jeder Zellart bestimmt.

ABBILDUNG I: KLASSEN DER NEUTROPHILEN GRANULOZYTEN

VON LINKS NACH RECHTS:

II (METAMYELOZYT)

II

III

III

III

III

IV

IV

IV

V

V

v

VI

VI

VII

VII

VII

VII

VII

VII

८

९

१०

११

१२

१३

१४

१५

१६

१७

१८

१९

२०

२१

२२

२३

२४

२५

२६

२७

4. ERGEBNISSE

4. 1. Gesamtergebnis von 102 Katzen

TABELLE II: relative Werte (% der Leukozyten)

ZELLART:	BAS.	EOS.	LYMPHO.	MONO.	NEUTRO.
$\bar{x}$	0,11	4,54	45,94	1,74	47,64
s	0,20	2,34	14,10	1,12	13,92
95 %-Percentil:					
$\bar{x} + 1,960s$	0,50	9,12	73,57	3,93	74,92
$\bar{x} - 1,960s$	0,00	0,00	18,30	0,00	20,36
90 %-Percentil:					
$\bar{x} + 1,645s$	0,43	8,38	69,13	3,58	70,53
$\bar{x} - 1,645s$	0,00	0,69	22,74	0,00	24,75
MINIMUM	0,0	0,6	16,6	0,0	15,8
MAXIMUM	0,8	12,0	79,8	5,8	73,8
SCHIEFE	1,87	0,94	0,14	1,1	- 0,12

TABELLE II: relative Werte (% der Leukozyten)

KLASSE ¹ :	II	III	IV	V	VI	VII
$\bar{x}$	0,00	0,62	3,07	34,92	1,48	7,52
s	0,03	0,67	2,17	11,14	0,87	4,57
95 %-Percentil:						
$\bar{x} + 1,960s$	0,05	1,93	7,32	56,75	3,18	16,47
$\bar{x} - 1,960s$	0,00	0,00	0,00	13,09	0,00	0,00
90 %-Percentil:						
$\bar{x} + 1,645s$	0,04	1,80	6,63	53,24	2,91	15,03
$\bar{x} - 1,645s$	0,00	0,00	0,00	16,60	0,05	0,01
MINIMUM	0,00	0,00	0,00	11,40	0,00	1,00
MAXIMUM	0,20	3,00	11,40	59,60	4,80	23,20
SCHIEFE	4,81	1,25	1,39	0,10	1,32	0,91

¹
Die Klasse I wird nicht aufgeführt, da kein Myelozyt gefunden wurde.

TABELLE II: relative Werte (% der Leukozyten)

KLASSEN:	III+IV	V+VI+VII	IV+V+VI+VII	III+IV+V+VI
$\bar{x}$	3,70	43,94	47,01	40,11
s	2,67	13,05	13,81	12,81
$\bar{x} + 2s$	9,04	70,04	74,63	65,73
$\bar{x} - 2s$	0,00	17,84	19,39	14,49
MODAL	2,80	31,20	33,20	38,00
MEDIAN	3,00	45,90	47,90	39,10
MINIMUM	0,00	14,20	15,60	13,00
MAXIMUM	14,40	70,40	73,00	71,00
SKEWNESS	1,23	- 0,14	- 0,10	0,14

TABELLE III: Kernverschiebungsindex

GRENZE ZW. STAB-				
U. SEGMENTKERNIGEN: VI/VII	V/VI	IV/V	III/IV	
$\bar{x}$	7,66	5,63	0,08	0,01
s	5,50	3,45	0,06	0,01
95 %-Perzentil:				
$\bar{x} + 1,960s$	18,46	12,39	0,19	0,04
$\bar{x} - 1,960s$	0,00	0,00	0,00	0,00
90 %-Perzentil:				
$\bar{x} + 1,645s$	16,71	11,30	0,17	0,02
$\bar{x} - 1,645s$	0,00	0,00	0,00	0,00
MINIMUM	1,07	0,06	0,00	0,00
MAXIMUM	27,72	16,75	0,34	0,06
SCHIEFE	1,62	1,17	1,47	1,29

TABELLE IV: absolute Werte (Zellen/ μ l)

ZELLART:	BAS.	EOS.	LYMPHO.	MONO.	NEUTRO.
$\bar{x}$	16	579	6017	242	6141
s	31	375	4101	234	4040
95 %-Percentil:					
$\bar{x} + 1,960s$	76	1314	14054	700	14059
$\bar{x} - 1,960s$	0	0	0	0	0
90 %-Percentil:					
$\bar{x} + 1,645s$	66	1195	12763	626	12786
$\bar{x} - 1,645s$	0	0	0	0	0
MINIMUM	0	41	1264	0	1176
MAXIMUM	172	1393	23142	1247	25063
SCHIEFE	2,41	0,64	1,78	2,00	2,13

TABELLE IV: absolute Werte (Zellen/ μ l)

KLASSE:	II	III	IV	V	VI	VII
$\bar{x}$	0,9	79	398	4529	190	941
s	4,8	100	391	3146	157	732
95 %-Percentil:						
$\bar{x} + 1,960s$	10,3	275	1164	10695	497	2375
$\bar{x} - 1,960s$	0	0	0	0	0	0
90 %-Percentil:						
$\bar{x} + 1,645s$	8,7	243	1041	9704	448	2145
$\bar{x} - 1,645s$	0	0	0	0	0	0
MINIMUM	0	0	0	876	0	45
MAXIMUM	29,7	472	2089	19809	781	4030
SCHIEFE	5,15	1,95	2,12	2,26	1,83	1,74

TABELLE IV: absolute Werte (Zellen/ μ l)

KLASSEN:	III+IV	V+VI+VII	IV+V+VI+VII	III+IV+V+VI
$\bar{x}$	478	5662	6060	5198
s	468	3709	3990	3613
95 %-Percentil:				
$\bar{x} + 1,960s$	1395	12931	13880	12279
$\bar{x} - 1,960s$	0	0	0	0
90 %-Percentil:				
$\bar{x} + 1,645s$	1247	11763	12623	11141
$\bar{x} - 1,645s$	0	0	0	0
MINIMUM	0	981	1164	1032
MAXIMUM	2272	22791	24637	22862
SCHIEFE	1,93	2,10	2,12	2,23

TABELLE V: Gesamtleukozytenzahl (Leuko./ μ l)

$\bar{x}$	12997
-----------	-------

s	6968
---	------

MINIMUM	4200
---------	------

MAXIMUM	35500
---------	-------

SCHIEFE	1,28
---------	------

TABELLE VI: Korrelationskoeffizienten
(ermittelt aus Doppelbestimmungen bei 10 Tieren)

ZELLART

EOS. 0,764

LYMPHO. 0,847

MONO. 0,670

KLASSE IV 0,854

KLASSE V 0,655

KLASSE VI 0,747

KLASSE VII 0,736

Bei den übrigen, nicht angeführten Zellarten (Basophile, Klasse II und III) ist die Bestimmung der Korrelationskoeffizienten auf Grund ihrer zu geringen Häufigkeit nicht sinnvoll.

4. 2. Altersbedingte Unterschiede

Wie aus den Tabellen VII bis X hervorgeht, bestehen signifikante Unterschiede (Irrtumswahrscheinlichkeit $< 0,05$) zwischen den Tieren der Altersgruppe 1 (< 1 Jahr alt) und den übrigen (≥ 1 Jahr alt). Letztere weisen signifikant niedrigere Gesamtleukozytenzahlen, niedrigere relative Basophilen- und Lymphozytenwerte und höhere relative Neutrophilenzahlen auf.

Die relative Zunahme der Neutrophilen betrifft nur die Klassen V bis VII, während die Summe der Klassen III und IV konstant bleibt. Daraus ergibt sich bei den älteren Tieren ein etwas kleinerer Kernverschiebungsindex (bei Grenze zwischen Stab- und Segmentkernigen zwischen Klasse IV und V).

Der Abfall der Gesamtleukozytenzahl bei den älteren Tieren betrifft alle Zellarten. Er ist jedoch bei den Lymphozyten deutlicher als bei den Neutrophilen, so daß Tiere ≥ 1 Jahr absolut mehr Neutrophile als Lymphozyten aufweisen. Auch die absoluten Basophilen- und Monozytenzahlen sind bei den Tieren ≥ 1 Jahr signifikant niedriger als bei den Tieren < 1 Jahr.

TABELLE VII: Altersbedingte Veränderungen: Übersicht
(angegeben ist $\bar{x}$)

ALTERS- GRUPPE	KTZ. (n)	LEUKO./ μ l	BAS. %	EOS. %	MONO. %	LYMPHO. %
1	28	16582	0,17	4,06	1,97	51,27
2	48	12252	0,12	4,68	1,60	46,52
3	26	10510	0,04	4,80	1,73	39,15

NEUTRO. %	III+IV %	V+VI+VII %	KVI
42,50	3,57	38,92	0,10
47,06	3,35	43,70	0,07
54,26	4,46	49,78	0,09

TABELLE VIII: relative Werte (% der Leukozyten) und KVI¹
in Abhängigkeit vom Alter
(Tiere < 1 Jahr/Tiere > 1 Jahr)

ZELLART:	BAS.	EOS.	MONO.	LYMPHO.
$\bar{x}$	0,17/0,09	4,06/4,73	1,97/1,65	51,27/43,93
s	0,25/0,18	2,01/2,44	1,38/1,00	16,08/12,82
95 %-Percentil:				
$\bar{x} + 1,960s$	0,66/0,44	7,99/9,51	4,67/3,61	82,78/69,05
$\bar{x} - 1,960s$	0,00/0,00	0,13/0,00	0,00/0,00	19,76/18,81
90 %-Percentil:				
$\bar{x} + 1,645s$	0,58/0,38	7,36/8,74	4,24/3,29	77,72/65,01
$\bar{x} - 1,645s$	0,00/0,00	0,76/0,72	0,00/0,01	24,82/22,85
MINIMUM	0,00/0,00	1,00/0,60	0,00/0,00	24,00/16,60
MAXIMUM	0,80/0,80	10,40/12,00	5,80/5,40	79,80/75,60
SCHIEFE	1,42/2,08	1,42/0,80	1,11/1,01	- 0,02/0,00

¹ bei Grenze zwischen Stab- und Segmentkernigen IV/V

NEUTRO.	III+IV	V+VI+VII	KVI
42,50/49,59	3,57/3,74	38,92/45,84	0,10/0,08
14,98/13,08	1,97/2,90	14,24/12,14	0,64/0,06
71,86/75,22	7,43/9,42	66,83/69,63	0,22/0,21
13,14/23,96	0,00/0,00	11,01/22,05	0,00/0,00
67,14/71,10	6,81/8,51	62,34/65,81	0,20/0,19
17,86/28,08	0,33/0,00	15,50/25,87	0,00/0,00
15,80/15,80	0,40/0,00	14,20/15,00	0,01/0,00
70,60/73,80	7,60/14,40	64,20/70,40	0,30/0,34
0,04/- 0,08	0,21/1,29	0,02/- 0,07	1,36/1,59

TABELLE IX: absolute Werte (Zellen/ μ l) in Abhängigkeit
vom Alter
(Tiere $\leq$ 1 Jahr/Tiere $\geq$ 1 Jahr)

ZELLART:	BAS.	EOS.	MONO.	LYMPHO.
$\bar{x}$	30/10	613/567	367/194	8068/5241
s	44/23	375/377	323/171	5149/3353
95 %-Perzentil:				
$\bar{x} + 1,960s$	116/55	1348/1305	1000/529	18160/11812
$\bar{x} - 1,960s$	0/0	0/0	0/0	0/0
90 %-Perzentil:				
$\bar{x} + 1,645s$	102/47	1229/1187	898/475	16538/10756
$\bar{x} - 1,645s$	0/0	0/0	0/0	0/0
MINIMUM	0/0	156/41	0/0	2690/1264
MAXIMUM	172/102	1372/1393	1247/1080	23142/18036
SCHIEFE	1,64/2,40	0,81/0,60	0,93/2,75	1,38/1,77

NEUTRO.	III+IV	V+VI+VII
7502/5625	586/437	6915/5187
6202/2717	529/440	5751/2443
19657/10950 0/300	1622/1299 0/0	18186/9975 0/399
17704/10094 0/1156	1456/1160 0/0	16375/9205 0/1169
1176/2091	108/0	981/1958
25063/14686	2272/2159	22791/21696
1,46/1,19	1,59/2,15	1,41/1,02

TABELLE X: Gesamtleukozytenzahl (Leuko./ μ l)
in Abhängigkeit vom Alter
(Tiere < 1 Jahr/Tiere ≥ 1 Jahr)

$\bar{x}$	16582/11640
s	9668/5081
MINIMUM	4500/4200
MAXIMUM	35500/27000
SCHIEFE	0,65/0,80

4. 3. Narkosebedingte Unterschiede

Signifikante Unterschiede (Irrtumswahrscheinlichkeit $< 0,05$) zwischen narkotisierten und nicht-narkotisierten Tieren bestehen hinsichtlich der Gesamtleukozytenzahl. Diese ist bei den narkotisierten Tieren deutlich niedriger. Beim Vergleich der Altersgruppen (Tabelle XI) fällt auf, daß hinsichtlich der Gesamtleukozytenzahl bei den narkotisierten Tieren kein signifikanter Unterschied zwischen den Tieren < 1 Jahr und den Tieren ≥ 1 Jahr besteht. Dagegen ist bei den nicht-narkotisierten Tieren < 1 Jahr die Gesamtleukozytenzahl signifikant höher als bei den Tieren ≥ 1 Jahr.

Tabelle XIII zeigt, daß die höhere Gesamtleukozytenzahl bei den nicht-narkotisierten Tieren zu signifikant höheren absoluten Eosinophilen-, Monozyten-, Lymphozyten- und Neutrophilenwerten führt. Bei den Neutrophilen ist die Erhöhung nur bei den Klassen V bis VII signifikant, die Klassen III und IV werden nicht wesentlich beeinflusst.

Vergleicht man die relativen Werte (Tabelle XII), ergibt sich als einziger signifikanter Unterschied ein bei den narkotisierten Tieren niedrigerer Monozytenwert.

TABELLE XI: Gesamtleukozytenzahl (Leuko./ μ l) in Abhängigkeit von Narkose und Alter
(Tiere in Narkose/Tiere nicht in Narkose)

	ALLE TIERE	TIERE < 1 JAHR	TIERE ≥ 1 JAHR
$\bar{x}$	9178/15893	8493/22656	9439/13317
s	3592/7518	2945/8371	3816/5319
MINIMUM	4200/5900	4500/12000	4200/5900
MAXIMUM	19900/35500	15600/35500	19000/17000
SCHIEFE	1,11/0,86	1,13/0,08	1,06/0,51

TABELLE XII: relative Werte (% der Leukozyten) und KVI¹
in Abhängigkeit von der Narkose
(Tiere in Narkose/Tiere nicht in Narkose)

ZELLART:	BAS.	EOS.	MONO.	LYMPHO.
$\bar{x}$	0,15/0,08	4,10/4,88	1,40/1,99	44,04/47,39
s	0,23/0,17	1,96/2,56	0,90/1,20	14,36/13,85
95 %-Perzentil:				
$\bar{x} + 1,960s$	0,60/0,41	7,94/9,89	3,16/4,34	72,18/74,53
$\bar{x} - 1,960s$	0,00/0,00	0,24/0,00	0,00/0,00	15,90/20,25
90 %-Perzentil:				
$\bar{x} + 1,645s$	0,52/0,35	7,32/9,09	2,88/3,96	67,66/70,17
$\bar{x} + 1,645s$	0,00/0,00	0,88/0,67	0,00/0,02	20,04/24,61
MINIMUM	0,00/0,00	0,60/1,00	0,00/0,00	16,60/21,40
MAXIMUM	0,80/0,80	8,60/12,00	3,20/5,80	77,00/79,80
SCHIEFE	1,48/2,30	0,37/1,00	0,48/1,27	0,13/0,19

¹ bei Grenze zwischen Stab- und Segmentkernigen IV/V

NEUTRO.	III+IV	V+VI+VII	KVI
50,30/45,63	4,00/3,47	46,30/42,15	0,09/0,08
13,88/13,73	2,47/2,80	13,36/12,63	0,01/0,07
77,50/72,54	12,84/8,95	72,48/66,90	0,11/0,22
23,10/18,72	0,00/0,00	20,12/17,40	0,07/0,00
73,13/68,21	8,06/8,07	68,20/62,92	0,11/0,19
27,47/23,05	0,00/0,00	24,33/21,38	0,00/0,00
19,60/15,80	0,60/0,00	17,80/14,20	0,01/0,00
73,80/73,20	11,80/14,40	70,40/66,00	0,30/0,34
- 0,15/- 0,12	1,20/1,35	- 0,26/- 0,10	1,18/1,71

TABELLE XIII: absolute Werte (Zellen/ μ l) in Abhängigkeit von der Narkose
(Tiere in Narkose/Tiere nicht in Narkose)

ZELLART:	BAS.	EOS.	MONO.	LYMPHO.
$\bar{x}$	14/17	40/715	129/327	3909/7616
s	25/35	317/361	103/269	1870/4597
95 %-Perzentil:				
$\bar{x} + 1,960s$	63/85	1022/1334	330/854	7574/16626
$\bar{x} - 1,960s$	0/0	0/95	0/0	244/0
90 %-Perzentil:				
$\bar{x} + 1,645s$	55/74	922/1308	298/769	6985/15178
$\bar{x} - 1,645s$	0/0	0/122	0/0	833/54
MINIMUM	0/0	41/126	0/0	1264/2328
MAXIMUM	102/172	1393/1372	517/1247	12012/23142
SCHIEFE	2,00/2,43	1,65/0,23	1,56/1,51	1,99/1,30

NEUTRO.	III+IV	V+VI+VII
4723/7216	405/533	4317/6681
2735/4534	427/494	2391/4196
10083/16102 O/C	1241/1501 O/O	9003/14905 O/O
9222/1467 O/O	1107/1345 O/O	8250/13583 384/O
1176/2259	41/O	981/2145
14686/25063	2159/2271	12969/22791
1,96/1,94	2,89/1,48	1,67/1,87

5. DISKUSSION

Eine sinnvolle Differenzierungsmethode zwischen stab- und segmentkernigen neutrophilen Granulozyten muß folgende Bedingungen erfüllen:

1. Sie muß nach klaren, leicht erkennbaren, objektiven Kriterien verfahren und somit reproduzierbar sein.
2. Die zugrundegelegten Definitionen für stab- und segmentkernige Granulozyten müssen von den Untersuchern auch eingehalten werden.
3. Auch geringfügige Linksverschiebungen müssen erkennbar sein.

Bei den meisten Autoren ist die erste Bedingung nicht erfüllt (KLIENEGER (1927), GÄRTNER und SWATON (1955), SCHERMER (1958), MAREK und MOCSY (1960), SCHRYVER (1963), GILMORE (1964), MACKEY (1977), PLONAIT (1980), WILKES und Mitarbeiter (1980), AUFDERHEIDE (1981).)

Der entscheidende Punkt, nämlich ob der Stabkernige Einschnürungen aufweisen darf und wie tief diese sein dürfen, bleibt unklar.

Klare Definitionen werden von MÄCKLE (1953), NIEPAGE (1974), ROHOVSKY und GRIESEMER (1969), OSBALDISTON (1978), NATSCHEFF (1959), SCHALM (1975), GROULADE (1983), PRATT (1983) sowie KRAFT und DÜRR (1981) gegeben.

Sie erfüllen jedoch aus den folgenden Gründen die Bedingungen 2 oder 3 nicht.

Wie aus meinen Untersuchungen hervorgeht, gehören bei der Katze nur 7,52 % der Leukozyten der Klasse VII, jedoch 34,92 % der Klasse V an. MÄCKLE kommt zu ähnlichen Ergeb-

nissen, zählt die in dieser Arbeit als Klasse V definierten Zellen jedoch zu den "gekerbten Stabkernigen", was insgesamt 39,15 % Stabkernige und einen Kernverschiebungsindex von 4,05 ergibt. Damit ist aber eine Verjüngung des Blutbildes, bei der ja vermehrt unreife Zellformen auftreten, nicht mehr erfaßbar.

Dies zeigt, daß die SCHILLINGsche Definition des Stabkernigen, auf die sich auch ROHOVSKY und GRIESEMER sowie OSBALDISTON beziehen, bei der Katze nicht geeignet ist.

Die relativ niedrigen Zahlen gefundener Stabkerniger zeigen zudem, daß sich weder ROHOVSKY und GRIESEMER noch OSBALDISTON an die von ihnen angegebenen Definitionen gehalten haben.

NATSCHIEFF, SCHALM, GROULADE und PRATT zählen nur solche Zellen zu den Stabkernigen, die keinerlei Einschnürungen aufweisen, d. h. Zellen der Klasse III, welche eindeutig zu erkennen sind. Auch die Bedingung 2 wird von diesen Autoren erfüllt. Jedoch sind bei Anwendung dieser Definition leichte Linksverschiebungen, bei denen die Zellen mit leicht eingeschnürten Kernen (Klasse IV) vermehrt sind, nicht zu erkennen.

Die Definitionen von KRAFT und DÜRR sowie PLONAIT sind den KÖHLERSchen ähnlich. Ich meine jedoch im Gegensatz zu KRAFT und DÜRR, daß man Zellen mit bis auf ein Drittel des maximalen Querdurchmessers eingeschnürten Kernen zu den Segmentkernigen rechnen sollte, da sie bei der Katze recht häufig sind und sonst die Zahl der Stabkernigen wesentlich höher liegen würde.

Außerdem halte ich, anders als PLONAIT, das Verhältnis von minimalem zu maximalem Querdurchmesser für ein klareres Kriterium, um die Tiefe von Kerneinschnürungen anzugeben, als das Verhältnis von minimalem Querdurchmesser zur "durchschnittlichen Kernbreite".

Diese Ausführungen zeigen, daß das KÖHLERSche Unterscheidungsprinzip die geforderten Bedingungen erfüllt und sich damit auch bei der Katze als sinnvoll erweist. Allerdings läßt sich auch bei dieser Methode eine gewisse Subjektivität nicht vermeiden, da sie nicht auf exakten Messungen sondern dem Augenmaß des Untersuchers beruht.

Außerdem kommen auch bei sehr guten Ausstrichen relativ häufig Überlagerungen von Kernteilen vor, die eine exakte Zuordnung der betreffenden Zelle unmöglich machen. Die Korrelationskoeffizienten zeigen jedoch die gute Reproduzierbarkeit der Methode.

Ich schlage daher folgende Definitionen der verschiedenen neutrophilen Granulozyten vor:

	Kern:
Myelozyt (I)	rund, oval oder leicht eingebuchtet;
Metamyelozyt (II)	bohnen- oder nierenförmig;
Stabkerniger (III+IV)	kein Metamyelozyt mehr; Querdurchmesser gleichbleibend oder wechselnd, jedoch immer größer als 1/3 des maximalen Querdurchmessers; Randverlauf glatt;
Segmentkerniger (V+VI+VII)	engste Stelle 1/3 oder schmäler als der maximale Querdurchmesser;

Die großen Schwankungen, die meine Untersuchungsergebnisse besonders bei der Gesamtleukozytenzahl und den absoluten und relativen Lymphozyten- sowie Neutrophilenwerten zeigen, finden sich auch in der Literatur (s. Tabelle I).

Daher ist es bei der Katze besonders problematisch, "Normalwerte" aufzustellen (SCHALM 1975). Einen großen Einfluß auf das Blutbild haben Alter, Narkose und Sympathicusreizung vor bzw. während der Blutentnahme.

Letztere führt auf folgendem Wege zur "Physiologischen Leukozytose" (nach PRASSE und DUNCAN (1976)):

Bei der Katze stehen jedem Leukozyten in den großen Gefäßen, welche auch zur Blutentnahme benutzt werden, ("circulating pool"), zwei bis drei weitere Leukozyten ("marginal pool") in den kleinen Gefäßen gegenüber; sie bewegen sich dort langsam entlang den Gefäßwänden fort. (Beim Hund ist das Verhältnis 1 : 1).

Wird nun der Sympathicus durch Aufregung, Furcht, Muskelaktivität, Widersetzlichkeit u. ä. gereizt, was bei der Blutentnahme leicht möglich ist, werden die Leukozyten des "marginal pool" mobilisiert und gelangen in die großen Gefäße. So kommen Leukozytenzahlen von weit über 20000/ μ l bei gesunden Tieren zustande. Wie SCHALM (1975) zeigte, können dabei sowohl die Neutrophilen als auch die Lymphozyten erhöht sein. Kennzeichen der "Physiologischen Leukozytose" sind, daß keine Linksverschiebung besteht, da die Leukozyten des "marginal pool" reif sind, und daß sie nach kurzer Zeit wieder verschwindet. Sie kommt besonders häufig bei jungen Tieren <1 Jahr vor.

Narkose oder vermindertes Herz-Minutenvolumen hat den gegenteiligen Effekt: Leukozyten haften vermehrt an den Gefäßwänden an, und es kommt damit zu einem Abfall der frei zirkulierenden Leukozyten oder einer physiologischen Leukopenie (SUTER 1985).

So sind die großen Unterschiede bezüglich der Gesamtleukozytenzahl bei den narkotisierten gegenüber den nicht-narkotisierten Tieren zu erklären, die bei der Altersgruppe 1 besonders deutlich sind. Sie zeigen, daß wahrscheinlich nicht allein das Alter für die erhöhten Leukozytenzahlen junger Tiere verantwortlich ist.

Der Einfluß der "Physiologischen Leukozytose" auf meine Untersuchungsergebnisse ist wahrscheinlich dadurch besonders groß, daß mir als nicht-narkotisierte Tiere hauptsächlich die nicht an den Umgang mit Menschen gewöhnten Katzen des Pharmaunternehmens zur Verfügung standen, die zudem noch zur Blutentnahme aus einer größeren Gruppe herausgefangen werden mußten, was zwangsläufig "Muskelaktivität" zur Folge hatte.

Möglicherweise übt auch die Haltungsform dieser Tiere (Gruppenhaltung) einen Einfluß auf die Gesamtleukozytenzahl aus. DOXEY (1966) stellte fest, daß Hunde aus Gruppenhaltungen wesentlich höhere Leukozytenzahlen aufweisen als in der Wohnung gehaltene Hunde. Auch OSBALDISTON (1978) fand bei 141 aus einer SPF-Kolonie stammenden Katzen höhere Gesamtleukozytenzahlen als bei 191 von verschiedenen Händlern erworbenen Tieren.

Die in der Literatur angegebenen relativen Lymphozytenwerte zeigen beträchtliche Schwankungen und Unterschiede zwischen den einzelnen Autoren. Die von mir gefundenen Werte stimmen gut mit MÄCKLES (1953) und HAUSERS (1963) Angaben überein; sie sind mit $\bar{x} = 45,94\%$ höher als die der meisten anderen Autoren. Die Ursache hierfür ist wahrscheinlich das Alter der mir für die Untersuchung zur Verfügung stehenden Katzen: 76 von 102 Tieren waren jünger als 3 Jahre. Die 28 Katzen ≤ 1 Jahr wiesen relative Lympho-

zytenwerte von $\bar{x} = 51,27 \%$ auf. Die relativen Neutrophilenwerte verhielten sich jeweils umgekehrt proportional zu den Lymphozytenwerten, der Prozentsatz der Stabkernigen veränderte sich nicht wesentlich.

Möglicherweise spielt auch die Tatsache eine Rolle, daß die Katzen des Pharmaunternehmens zwar nicht unter keimfreien Bedingungen gehalten wurden, aber aus einer SPF-Kolonie stammten. ROHOVSKY und GRIESEMER (1969) fanden nämlich bei 28 keimfreien, 18-26 Wochen alten Katzen wesentlich höhere durchschnittliche Lymphozyten- als Neutrophilenwerte (67,7 % gegenüber 25 %). Hatten die Katzen eine Panleukopenie- oder Rhinotracheitis-Infektion überstanden, kehrte sich das Verhältnis um.

Diese Ausführungen machen deutlich, wie schwierig es insbesondere bei der Katze angesichts der vielfältigen Einflüsse auf das Blutbild ist, physiologische von pathologischen Verhältnissen abzugrenzen. Es muß außerdem betont werden, daß das Blutbild nichts statisches ist, sondern sich von Stunde zu Stunde ändern kann. Es sollten daher nach Möglichkeit mehrere Blutbilder angefertigt werden. Diese müssen interpretiert und in Bezug zum klinischen Zustand des Tieres gesetzt werden.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Die in der Literatur für die Katze vorliegenden Definitionen ermöglichen keine klare, sinnvolle Differenzierung zwischen stab- und segmentkernigen neutrophilen Granulozyten.

Daher wurden bei 102 Katzen Blutbildbestimmungen durchgeführt und die neutrophilen Granulozyten nach KÖHLER entsprechend dem Grad der Kerneinschnürung in 7 Klassen eingeteilt. Es erweist sich danach als sinnvoll, die KÖHLERschen Definitionen auch bei der Katze anzuwenden:

- | | |
|------------------|--|
| Stabkerniger: | kein Metamyelozyt mehr; Querdurchmesser des Kerns entweder gleichbleibend oder wechselnd, jedoch immer größer als $\frac{1}{3}$ des maximalen Querdurchmessers; Randverlauf meist glatt; |
| Segmentkerniger: | engste Stelle des Kerns $\frac{1}{3}$ oder schmaler als der maximale Querdurchmesser; |

Die mit dieser Methode gewonnenen Ergebnisse sind gut reproduzierbar, und auch geringfügige Linksverschiebungen werden erkannt.

Die Gesamtleukozytenzahl wird bei der Katze auf Grund des großen "marginal pool" in hohem Maße von den Umständen bei der Blutentnahme beeinflusst: Sympathicusreizung führt zu einer oft beträchtlichen "Physiologischen Leukozytose" mit Werten über 20000/ μ l. Das Differentialblutbild bleibt hiervon unbeeinflusst; es besteht keine Linksverschiebung. Narkose führt dagegen zum Leukozytenabfall.

Jüngere Tiere weisen höhere Gesamtleukozytenzahlen und höhere relative Lymphozytenwerte auf als ältere.

TABELLE XIV: Neutrophiles Kernbild der Katze,
anhand der vorliegenden Definition ermittelt

A) RELATIVE WERTE (% DER LEUKOZYTEN)

	MY ¹	METAM.	STABKERNIGE	SEGMENTKERNIGE
$\bar{x}$	0	0,0	3,70	43,94
s	0	0,0	2,67	13,05
95 %-Perzentil:				
$\bar{x} + 1,960s$	0	0,05	8,93	69,51
$\bar{x} - 1,960s$	0	0,00	0,00	18,32
90 %-Perzentil:				
$\bar{x} + 1,645s$	0	0,04	8,09	65,40
$\bar{x} - 1,645s$	0	0,00	0,00	22,48
MINIMUM	0	0,00	0,00	14,20
MAXIMUM	0	0,20	14,40	70,40
SCHIEFE	0	4,81	1,23	- 0,14

¹ Es wurde kein Myelozyt gefunden.

TABELLE XIV: Neutrophiles Kernbild der Katze
anhand der vorliegenden Definition ermittelt

B) ABSOLUTE WERTE (ZELLEN/ μ l)

	MY. ¹	METAM.	STABKERNIGE	SEGMENTKERNIGE
$\bar{x}$	0	0,9	478	5662
s	0	4,8	468	3709
95 %-Perzentil:				
$\bar{x} + 1,960s$	0	10,3	1395	12931
$\bar{x} - 1,960s$	0	0	0	0
90 %-Perzentil:				
$\bar{x} + 1,645s$	0	8,7	1247	11763
$\bar{x} - 1,645s$	0	0	0	0
MINIMUM	0	0	0	981
MAXIMUM	0	29,7	2272	22791
SCHIEFE	0	5,15	1,93	2,10

¹ Es wurde kein Myelozyt gefunden.

SUMMARY

The Definition of the Unsegmented Neutrophilic Granulocyte of the Cat.

In the veterinary literature on cats one cannot find definitions which permit a clear and meaningful differentiation between band and segmented neutrophilic granulocytes.

Therefore blood pictures were made on 102 cats and the neutrophilic granulocytes were divided into 7 classes according to KÖHLER by degree of nuclear indentation. It has proven meaningful to apply KÖHLER's definitions to cats.

Band cell:	no longer a metamyelocyte, nuclear diameter either constant or changing, however always exceeding $\frac{1}{3}$ of the maximal diameter; smooth nuclear membrane;
------------	--

Segmented cell:	nuclear indentation to $\frac{1}{3}$ or less of the maximal diameter;
-----------------	---

The results achieved with this method are easily reproducible and even minor shifts to the left can be detected.

The conditions of blood sampling greatly affect the total leucocyte count in the cat because of its great "marginal pool": stimulation of the sympathetic nerve leads to an often substantial "physiological leucocytosis" with values above $20000/\mu\text{l}$. This does not affect the differential blood picture; there is no shift to the left. Use of anesthetics however will lead to a reduction of leucocytes.

Young animals have higher total leucocyte counts and higher relative lymphocyte values than older ones.

7. LITERATURVERZEICHNIS

- ACKART, R. J.
(1940) The Blood Cell Picture of
Normal Cats
Anat. Rec. 76 (3), 357-363
- ALT, H. et al.
(1948) First Report of the Committee
for Clarification of the Nomen-
clature of Cells and Diseases
of the Blood and Blood-forming
Organs
Am J. clin. Path. 18, 1-6,
443-450
- ARNDT, H.-J.
(1925) Vergleichend-hämatologische
Beiträge. Über die Blutplättchen
von Hund, Katze, Pferd und Rind.
Arch. wiss. prakt. Tierheilk. 52,
316-331
- ARNETH, J.
(1904) Die neutrophilen weißen Blutkör-
perchen bei Infektionskrankheiten
Verlag Fischer, Jena 1904
- (1945) Qualitative Blutlehre und Blut-
krankheiten
2. Auflage, Verlag J. A. Barth,
Leipzig 1945
- AUFDERHEIDE, W.
(1981) Hematopoiesis
in: JAIN, N. C., ZINKL, J. G.:
Symposium on Clinical Hematology
1981, Vet. Clin. North Am.
Small Anim. Pract. 11 (2), 219-235
- BUSCH,
v. BERGEN
(1904) Cats's Blood; Differential
Leucocyte Counts
Fol. haemat. 1, 476
- DOXEY, D. L.
(1966) Cellular Changes in the Blood
as an Aid to Diagnosis
J. small Anim. Pract. 7, 77-89

- DRAWER, K.
(1953) Blutbild und Blutsenkung bei
gesunden Katzen
Diss. med. vet., Berlin 1953
- EHRlich, P.
(1891) Farbenanalytische Untersuchun-
gen zur Histologie und Klinik
des Blutes
Verlag A. Hirschwald, Berlin 1891
- GÄRTNER, K.
SWATON, R.
(1955) Die Differenzierung von stab-
und segmentkernigen Neutrophilen
bei Hund, Katze und Pferd im
Vergleich zum Menschen
Monatsh. Veterinärmed. 10, 38-40
- GILMORE, C. E.
GILMORE, V. H.
JONES, F. C.
(1964) Bone Marrow and Peripheral
Blood of Cats: Technique
and Normal Values
Pathol. vet. 1, 18-40
- GROULADE, P.
(1977) Quelques constantes hématolo-
giques et biochimiques chez
le chien et le chat
Animal de compagnie 12 (3),
233-236
- (1983) Atlas d'hématologie et de cyto-
logie du chien et du chat
Conférence nationale des vété-
rinaires spécialistes de petits
animaux, Paris 1983
- HAGIWARA, M. K.
LARSSON, C. E. et al.
(1975) Valores hematológicos de felinos
(felis cati, L., 1758) normais
Rev. Fac. Med. vet. Zootec.
Univ. S. Paulo 12, 185-195
- HAUSER, P.
(1963) Quantitatives und qualitatives
Blutbild der gesunden Katze
Schweiz. Arch. Tierheilk. 105,
438-464

- HUBER, B.
(1984) Die Definition des stabkernigen neutrophilen Granulozyten beim Pferd und die Untersuchung von Blutbildveränderungen bei inneren Erkrankungen
Diss. med. vet., München 1984
- HÜBNER, L.
(1920) Das Blutbild der Katze
Monatsh. f. prakt. Tierheilk. 31, 499-501
- JENNINGS, A. R.
(1947) Haematology of Healthy Kittens
Vet. J. 103 (7), 234-239
- KELLER, P.,
FREUDIGER, U.
(1983) Atlas zur Hämatologie von Hund und Katze
Verlag Parey, Berlin, Hamburg 1983
- KLIENEBERGER, C.
(1927) Die Blutmorphologie der Laboratoriumstiere
2. Aufl., Verlag J. A. Barth, Leipzig 1927
- KRAFT, W.,
DÜRR, U. M.
(1981) Kompendium der klinischen Laboratoriumsdiagnostik bei Hund, Katze und Pferd
2. Aufl., Verlag Schaper, Hannover 1981
- KÖHLER, P.
(1982) Die Definition des stabkernigen neutrophilen Granulozyten beim Hund
Diss. med. vet., München 1982
- LANDSBERG, J. W.
(1940) The Blood Picture of Normal Cats
Fol. haemat. 64, 169-173
- MACKEY, L.
(1977) Haematology of the Cat
in: ARCHER, R. K., JEFFCOTT, L. B.: Comparative Clinical Haematology, Blackwell Scientific Publications, Oxford, London 1977

- MÄCKLE, N.
(1953) Der Anteil der stabkernigen und der segmentkernigen Neutrophilen im Blut unserer Haustiere
Diss. med. vet., München 1953
- MAREK, J.,
MOCSY, J.
(1960) Lehrbuch der klinischen Diagnostik der inneren Krankheiten der Haustiere
6. Aufl., Verlag Fischer, Jena 1960
- MIELKE, H.
(1961) Ein Beitrag zur Hämatologie gesunder, trächtiger und kranker Katzen
Arch. exp. Veterinärmed. 15, 508-522
- NATSCHIEFF, B.
(1959) Untersuchungen über die stabkernigen Leukozyten bei den Haustieren
Monatsh. Veterinärmed. 14, 338-344
- NIEPAGE, H.
(1974) Methoden der praktischen Hämatologie für Tierärzte
Verlag Parey, Berlin, Hamburg 1974
- OSBALDISTON, G. W.
(1978) Haematological Values in Healthy Cats
Br. vet. J. 134, 524-536
- PENNY, R. H. C.,
CARLISLE, C. H.,
DAVIDSON, H. A.
(1970) The Blood and Marrow Picture of the Cat
Br. vet. J. 126, 459-463
- PLONAIT, H.
(1980) Laboratoriumsdiagnostik für die tierärztliche Praxis
Verlag Parey, Berlin, Hamburg 1980

- PRASSE, K. W.
DUNCAN, J. R.
(1976)
- Clinical Interpretation of
Leukocyte Abnormalities
Vet. clin. North Am.
Small Anim. Pract. 6 (4),
581-595
- PRATT, P. W.
(1983)
- Feline Medicine
American Veterinary Publications,
Drawer KK, Santa Barbara 1983
- RISER, W. H.
(1946)
- The Normal Blood Count of
the Domestic Cat
North Am. Vet. 27, 93-98
- ROHOVSKY, M. W.,
GRIESEMER, R. A.
(1969)
- The Hematology of the
Germfree Cat
Lab. Anim. Care 19 (1), 60-62
- SAWITSKY, A.,
MEYER, L. M.
(1946)
- The Bone Marrow of Normal Cats
J. Lab. Clin. Med. 32, 70-75
- SCARBOROUGH, R. A.
(1931)
- The Blood Picture of Normal
Laboratory Animals
Ber. üb. d. ges. Biol. B. 61, 498
- SCHALM, O. W.
(1975)
- Veterinary Hematology
3. Aufl., Lea & Febiger,
Philadelphia 1975
- SCHERMER, S.
(1958)
- Die Blutmorphologie der Labora-
toriumstiere
2. Aufl., Verlag J. A. Barth,
Leipzig 1958
- SCHILLING, V.
(1911)
- Qualitative Leukocytenblutbilder
mit Einbeziehung der vereinfach-
ten ARNETH'schen Methode und
ihre plastische Darstellung mit
einem Differentialleukocytometer
Zschr. f. exp. Path. u. Ther.
Bd. IX 3, 687-699

- (1959) Praktische Blutlehre
16. Aufl., Verlag Fischer,
Stuttgart 1959
- SCHRYVER, H. F.
(1963) The Bone Marrow of the Cat
Am. J. vet. Res. 24, 1012-1017
- STÖCKER, S.
(1956) Das Blutbild bei der "soge-
nannten Katzenstaupe"
Diss. med. vet., Leipzig 1956
- SUTER, P. F.
(1985) Zur Beurteilung des weißen
Blutbildes
Referat vom 28.4.85 ,
Regionale Arbeitstagung Süd
der DVG-Fachgruppe Kleintier-
krankheiten, Konstanz
- TVEDTEN, H. W.
(1981) Hematology of the Normal
Dog and Cat
in: JAIN, N. C., ZINKL, J. G.:
Symposium on Clinical Hematology
1981, Vet. Clin. North Am.
Small Anim. Pract. 11 (2), 209-217
- VAULONT, H.
(1935) Vergleichende Blutuntersuchungen.
(7. Mitteilung) Untersuchung des
Katzen- und Pferdeblutes
Z. Biol. 96, 241-252
- VIERNSEISEL, H.
(1959) Die Prognose der "sogenannten
Katzenstaupe" unter besonderer
Berücksichtigung des quantitati-
ven und qualitativen Blutbildes
Diss. med vet., Leipzig 1959
- WILKES, R. D.,
SEYBOLD, I. M.,
GOLDSTON, R. T.
(1980) Preparation of the Leukocytic
Hemogram
Vet. Med. Small Anim. Clin. 7,
1101-1107

WIRTH, D.
(1950)

Grundlagen einer klinischen
Hämatologie der Haustiere
2. Aufl., Verlag Urban und
Schwarzenberg,
Wien, Innsbruck 1950

(1953)

Die Segmentierung der Neutro-
philen unserer Haustiere
Monatsh. Veterinärmed. 23,
552-554

Nach Beendigung dieser Arbeit möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. W. Kraft für die Überlassung des Dissertationsthemas und die freundliche Unterstützung herzlich bedanken.

Den Mitarbeiterinnen des Labors der I. Medizinischen Tierklinik danke ich für die gern gewährte Unterstützung in technischen Fragen.

Mein Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. M. Rüsse und den Mitarbeitern der Gynäkologischen Tierklinik sowie Herrn Dr. Liehn von Klinge-Pharma für ihre entgegenkommende Mithilfe.

Herrn Prof. Dr. Dr. K. Osterkorn danke ich für die Durchführung der statistischen Berechnungen.

LEBENS LAUF

Am 28.9.1960 wurde ich, Hildegard Elisabeth Hausmann, als drittes Kind des Architekten Heinz Hausmann und der Erzieherin Ilse Hausmann, geb. Stock, in Trier geboren.

Nach dem Besuch der St. Agritius-Grundschule von 1966-1969 trat ich in das Friedrich-Wilhelm-Gymnasium ein, wo ich im Juni 1979 das Abitur ablegte.

Im Wintersemester 1979/80 begann ich das Studium der Tiermedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München, das ich im Januar 1985 mit dem Staatsexamen abschloß. Im April 1985 erhielt ich die Approbation als Tierärztin.

